

MENTAL-MODELING ABILITY MAHASISWA PADA KONSEP DASAR LISTRIK STATIS

Siti Rahmilia¹, Jusman Mansyur², Sahrul Saehana³

^{1,2} Universitas Tadulako

Jalan Soekarno Hatta

e-mail : srahmilia@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menggali dan mendeskripsikan *mental-modeling ability* (MMA) mahasiswa pada konsep dasar listrik statis. Responden penelitian adalah sembilan mahasiswa terpilih yang telah mengikuti perkuliahan Fisika Dasar II. Responden terbagi atas tiga kategori (dalam kelompok) berdasarkan penguasaan konsep yaitu kategori kemampuan tinggi, sedang dan rendah yang masing-masing terdiri dari tiga orang. Instrumen penelitian yang digunakan terdiri dari tes penguasaan konsep pilihan ganda untuk seleksi responden, tes fisika listrik statis berbentuk essay untuk mendapatkan data MMA dan panduan wawancara. Pengumpulan data MMA dilakukan melalui aktivitas *one-on-one thinking-aloud* yang diikuti dengan wawancara. Berdasarkan analisis data dapat disimpulkan bahwa hanya terdapat dua kategori MMA dari kesembilan responden, yaitu MMA kategori sedang dan rendah. Kedua kategori memiliki karakteristik yang spesifik. MMA tersebut dicirikan oleh kemampuan merepresentasikan sistem, kecerdasan spasial, metakognisi dan kemampuan melakukan transformasi representasi. Analisis data *thinking-aloud* dan wawancara menunjukkan bahwa tiga aspek yang diduga berpengaruh terhadap kemampuan mahasiswa untuk memanipulasi model mental mereka, yaitu: pengetahuan, pemahaman, dan kemampuan menghubungkan konsep-konsep listrik statis satu dengan yang lain. Kehilangan salah satu dari tiga aspek tersebut dapat menghambat kemampuan mahasiswa untuk memanipulasi model mentalnya.

Kata kunci: listrik statis, *mental-modeling ability*, representasi, *thinking-aloud*

I. Pendahuluan

Memahami teori fisika membutuhkan kemampuan pembangunan model mental yang meliputi teori dasar yang baik dan benar serta prediksi dari hasil kerja ilmiah yang sesuai model. Sesuai pendapat yang dikemukakan Buffler (2007) bahwa model mental siswa mungkin sebagian besar adalah analogis terutama pada pemahaman kualitatif, diwujudkan dalam gambar, gerakan tangan, dan lain-lain atau sebagian besar proposisional terutama menggunakan definisi verbal dan hubungan matematika. Namun demikian, mengetahui definisi dan formulanya tidak menyiratkan bahwa siswa memiliki model mental yang tepat.

Senge (2004) menjelaskan bahwa proses berpikir seseorang memerlukan bangunan model mental yang baik. Seseorang yang mengalami kesulitan dalam membangun model mentalnya menyebabkan orang

tersebut akan mengalami kesulitan dalam mengembangkan keterampilan berpikir yang pada akhirnya tidak mampu melakukan pemecahan masalah dengan baik. Hestenes (2006) menyatakan bahwa proses kognitif menerapkan prinsip-prinsip desain teori untuk menghasilkan beberapa model objek fisik atau proses yang disebut pengembangan model atau pemodelan sederhana. Pemecahan masalah dalam fisika pada dasarnya merupakan suatu proses pemodelan.

Wang (2007) melakukan penelitian peran *mental-modeling ability* (MMA), pengetahuan konsep dan model mental mahasiswa dalam memahami kimia umum tentang polaritas molekul. Penelitian tersebut dilatarbelakangi banyaknya penelitian yang mengungkap sulitnya siswa memahami konsep-konsep kimia yang abstrak. Hasil penelitian ini memberikan empat karakteristik MMA. Penelitian ini memberikan bukti empiris bagaimana pengetahuan konsep siswa, MMA, dan

manfaat model mental mempengaruhi rekonstruksi pemahaman siswa tentang polaritas molekul.

Dalam pengajaran sains, pengajar harus membantu mahasiswa menyadari pentingnya setiap persoalan sains, dan mengutamakan suatu proses yang komprehensif untuk memecahkan persoalan tersebut. Hung and Lin (2009) mengungkapkan bahwa model membantu ilmuwan memahami bagaimana bekerja, menunjukkan bahwa model dan pemodelan adalah alat penting bagi para ilmuwan, pengajar dan mahasiswa. Pemodelan mental dapat memungkinkan mahasiswa dalam situasi yang mendorong mahasiswa membangun pengetahuan dan menggali pengetahuan, penyelidikan, dan realisasi epistemologis.

Dari pemaparan di atas, peneliti menganggap penting untuk dilakukan suatu kajian kemampuan mahasiswa dalam memodelkan konsepsi atau kemampuan pemodelan mereka terhadap konsep-konsep dasar listrik statis. Pemodelan mental mahasiswa pada konsep-konsep listrik statis penting dilakukan karena konsep ini merupakan konsep yang sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari, meskipun konsep ini abstrak. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui deskripsi MMA mahasiswa yang dapat digunakan sebagai dasar dalam mengembangkan suatu strategi pembelajaran.

II. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan menggunakan metode deskriptif. Subyek penelitian adalah 30 mahasiswa yang telah mengikuti perkuliahan Fisika Dasar II pada sebuah universitas di Kota Palu. Responden penelitian sebanyak 9 orang yang ditentukan berdasarkan tes seleksi responden. Responden terbagi atas tiga kategori (dalam kelompok) berdasarkan penguasaan konsep, yaitu kategori kemampuan tinggi, sedang dan rendah yang masing-masing terdiri dari tiga orang. Responden terpilih selanjutnya terlibat dalam aktivitas *one-on-one thinking-aloud* yang diikuti dengan wawancara untuk memperoleh data MMA. Dalam pelaksanaan *thinking-aloud*, setiap responden akan menyelesaikan satu per satu dari lima soal dengan cara menulis jawaban pada lembar jawaban yang

disediakan sambil berbicara mengenai apa yang dipikirkan dan memberi keterangan-keterangan yang berhubungan dengan apa yang sedang dikerjakan itu. Kegiatan ini direkam dengan menggunakan *video camera*. Sesi wawancara dilakukan segera setelah responden selesai mengerjakan soal yang diberikan.

Hasil kegiatan *thinking-aloud* dan wawancara dalam bentuk rekaman kemudian dibuat transkrip untuk masing-masing responden dari masing-masing soal sehingga diperoleh 45 transkrip *thinking-aloud*, 45 lembar jawaban dan 45 transkrip hasil wawancara.

III. Pembahasan

3.1 Kategori MMA

Berdasarkan telaah terhadap lembar jawaban tertulis, transkrip hasil *thinking-aloud* yang oleh peneliti dibaca secara berulang-ulang dengan mengacu pada rubrik penilaian yang telah dibuat sebelumnya maka diperoleh skor MMA responden. Skor kemampuan ini juga diperkuat oleh hasil wawancara yang telah dibuat transkripnya. Kemudian responden dibagi berdasarkan tingkat kemampuan pemodelan mental sesuai dengan kemampuan mereka untuk membangun dan menggunakan model mental mereka. Tingkatan tersebut adalah *low mental-modeling ability* (LMMA), *moderate mental-modeling ability* (MMMA) dan *high mental-modeling ability* (HMMA). Kategorisasi dilakukan dengan meninjau skor MMA rerata (\bar{x}), yaitu:

$$\text{LMMA} : 0 < \bar{x} < 3$$

$$\text{MMMA} : 3 < \bar{x} < 7$$

$$\text{HMMA} : 7 < \bar{x} < 10$$

Tabel 1 Perolehan skor MMA

Resp.	Item/ Skor MMA					Rerata	Kategori
	1	2	3	4	5		
RKT1	8	9	8	2	8	7,0	HMMA
RKT2	8	7	5	8	6	6,8	MMMA
RKT3	7	4	8	5	6	6,0	MMMA
RKS1	8	6,5	7	3	6	6,1	MMMA
RKS2	7	4,5	7	3	5	5,3	MMMA
RKS3	5	3	2,5	0	6	3,0	LMMA
RKR1	7	5	7	4	5	5,6	MMMA
RKR2	5	6	3	1	5	4,0	MMMA
RKR3	4	3,5	4	1	5	3,5	MMMA

Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat satu responden berada dalam kategori HMMA, satu dalam kategori LMMA dan tujuh dalam kategori MMMA. Berikut disajikan deskripsi tentang karakteristik MMA responden pada konsep dasar listrik statis.

3.2 Karaktersitik *High Mental-Modeling Ability* (HMMA)

Mahasiswa dalam kategori HMMA memiliki kemampuan pemodelan mental konsep dasar listrik statis memenuhi karakteristik MMA sesuai rubrik karakteristik kemampuan pemodelan mental yang telah dikemukakan Wang (2006) dan dimodifikasi oleh Mansyur (2010).

Penggunaan sistem representasi yang dapat menggambarkan model mental responden disajikan dalam uraian berikut: Kutipan transkrip *thinking-aloud* dari RKT1 untuk soal Nomor1:

{...}Diketahui muatan $Q_1 = 25.10^{-6}$ C; $Q_2 = -20.10^{-6}$ C dan $Q_3 = 40.10^{-6}$ C. [Menggambarkan bulatan] muatan-muatan Q_1 , Q_2 , dan Q_3 pada tiga sudut membentuk segitiga sama sisi, [sambil memperhatikan gambar] gaya yang bekerja pada Q_1 , $F_{Q_1Q_2} = 9.10^{-9}$ dikali muatan Q_1 (25.10^{-6} C) kali muatan Q_2 (-20.10^{-6} C) dibagi dengan jarak sisinya [kembali keatas/variabel yang diketahui] jarak $r = 10$ cm = 0,1 m [balik lagi melanjutkan perhitungan][menuliskan jaraknya] $(1.10^{-1})^2$ ini = 9.10^{-9} kali 500.10^{-12} bagi 1.10^{-2} hasilnya $4500.10^{-19} = 45.10^{-17}$. gaya antara Q_1 Q_3 adalah $F_{Q_1Q_3}$ {...} = 9.10^{-9} oh iya ini [kembali ke perhitungan $F_{Q_1Q_2}$] 9.10^{-9} pangkatnya positif 9 bukan negatif {...} kalo pangkatnya -17 kecil sekali jadi hasilnya = $4500.10^{-1} = 450$ Newton. [balik lagi melanjutkan perhitungan $F_{Q_1Q_3}$] dikali muatan Q_1 (25.10^{-6} C) kali muatan Q_3 (40.10^{-6} C) dibagi dengan jaraknya $(1.10^{-1})^2$ ini = 9.10^{-9} kali 100.10^{-12} bagi 1.10^{-2} hasilnya $900.10^{-1} = 90$. $450^2 + 90^2 + 2 \times 450 \times 90 \times \cos 90 = \frac{1}{2}$, $F_{Q_1} = \text{akar } \{...\}$ [menghitung matematis] jadi $F_{Q_1} = \text{akar } 202500 + 8100 + 2 \times 40500 \times \frac{1}{2} = \{...\}$ [kembali melihat penyelesaian $F_{Q_1Q_2}$ dan $F_{Q_1Q_3}$] akar 251100 seingga hasilnya 501,1.[menyimak kembali soal dan penyelesaiannya].

Responden dalam kategori ini dapat membangun model mental dalam bentuk representasi diagram atau gambar susunan muatan-muatan listrik (karakteristik 1a) berdasarkan analisis permasalahan dalam soal dan pengetahuan yang ada padanya dan memiliki kemampuan visualisasi yang baik.

Ia dapat memanipulasi model mental berdasarkan proposisi-proposisi (karakteristik 2a), responden mampu merekonstruksi, memanipulasi atau menggunakan model mental yang sesuai permasalahan dalam soal. Responden juga memonitor secara metakognitif proses penyusunan model mental (karakteristik 3), responden mampu menganalisis pendekatan pemecahan masalah, mengontrol proses penalaran dan konstruksi model mental mereka. Responden HMMA melakukan *self-check* menggunakan pendekatan lain untuk menguji atau memeriksa model mental untuk mengidentifikasi kesalahan dari model mental tersebut (karakteristik 4), dengan tindakan metakognitif responden HMMA lebih dapat mengontrol langkah demi langkah proses pemecahan masalah sehingga pada umumnya responden dapat memastikan akan kebenaran model mental dan jawaban mereka di akhir proses pemodelan mental.

3.3 Karaktersitik *Moderate Mental-Modeling Ability* (MMMA)

Responden yang termasuk dalam kelompok *Moderate Mental-Modeling Ability* (MMMA) atau kelompok yang memiliki kemampuan pemodelan mental kategori sedang. Penggunaan sistem representasi yang dapat menggambarkan model mental responden disajikan dalam uraian berikut: Kutipan transkrip *thinking-aloud* dari RKS1 untuk soal nomor Satu:

[Membaca soal] tiga buah muatan $Q_1 = 25\mu\text{C}$; $Q_2 = -20\mu\text{C}$ dan $Q_3 = 40\mu\text{C}$ masing-masing ditempatkan pada titik-titik sudut segitiga sama sisi. Panjang sisi segitiga tersebut adalah 10 cm. Berapakah gaya yang bekerja pada Q_1 ? [Menuliskan] variabel yang diketahui [dan langsung dikonversikan] $Q_1 = 25\mu\text{C} = 25.10^{-6}$ C; $Q_2 = -20\mu\text{C} = -20.10^{-6}$ C dan $Q_3 = 40\mu\text{C} = 40.10^{-6}$ C, Gaya f pada $Q_1 = \{....\}$. [Menggambarkan] segitiga samasisi dengan muatan-muatan $Q_1 = 25\mu\text{C}$, $Q_2 = -20\mu\text{C}$, dan $Q_3 = 40\mu\text{C}$ pada tiga sudut, $F = k \times q_1 \times q_2$ bagi r^2 dengan $k = 9.10^9$, $F_{12} = k \times q_1 \times q_2$ bagi $r^2 = 9.10^9 \times 25.10^{-6} \text{ C} \times 40.10^{-6} \text{ C}$ dibagi dengan jarak sisinya $10^2 = 9.10^9 \times 1000.10^{-12}$ bagi $10^2 = 9.10^9 \times 10.10^{-12}$ hasilnya 90.10^{-3} N. $F_{13} = k \times q_1 \times q_3$ bagi $r^2 = 9.10^9 \times 25.10^{-6} \text{ C} \times -20.10^{-6} \text{ C}$ dibagi dengan jarak sisinya $r^2 = 9.10^9 \times 500.10^{-12}$ bagi 100, = $9.10^9 \times 5.10^{-12}$ hasilnya 45.10^{-3} C . {...}F total Resultan = akar F_{12} kuadrat tambah F_{13} kuadrat = {...} [memperhatikan hasil perhitungan kemudian

mencoret rumus tersebut] ini salah pasti. [melanjutkan menuliskan persamaan] akar F_{12} kuadrat tambah F_{13} kuadrat tambah 2 kali F_{12} tambah 2 kali F_{13} kali $\cos =$ akar $90 \cdot 10^{-3}$ kuadrat tambah $45 \cdot 10^{-3}$ kuadrat tambah $180 \cdot 10^{-3}$ tambah $90 \cdot 10^{-3}$ kali $\cos 90$, = akar $8100 \cdot 10^{-6}$ tambah $2025 \cdot 10^{-6}$ tambah $180 \cdot 10^{-3}$ tambah $90 \cdot 10^{-3}$ kali 0, = akar $10125 \cdot 10^{-3}$ tambah $27 \cdot 10^{-3}$ kali 0 = akar $0,037125$ kali 0 = 0.

Lembar Jawaban RKS1 Soal Nomor Satu

Handwritten work for a physics problem involving three point charges Q_1 , Q_2 , and Q_3 at the vertices of a triangle. The student calculates the forces F_{12} and F_{13} using Coulomb's law, and then finds the resultant force F_1 using vector addition.

Given: $Q_1 = 25 \mu\text{C}$, $Q_2 = -20 \mu\text{C}$, $Q_3 = 40 \mu\text{C}$, jarak $r = 10 \text{ cm}$.

Calculate F_{12} and F_{13} using Coulomb's law:

$$F_{12} = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{25 \times 10^{-6} \cdot 20 \times 10^{-6}}{10^2} = 9 \times 10^9 \frac{500 \times 10^{-12}}{10^2} = 9 \times 10^9 \cdot 5 \times 10^{-12} = 45 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$F_{13} = k \frac{Q_1 Q_3}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{25 \times 10^{-6} \cdot 40 \times 10^{-6}}{10^2} = 9 \times 10^9 \frac{1000 \times 10^{-12}}{10^2} = 9 \times 10^9 \cdot 10 \times 10^{-12} = 90 \times 10^{-3} \text{ N}$$

Resultant force F_1 using vector addition:

$$F_1 = \sqrt{F_{12}^2 + F_{13}^2} = \sqrt{(45 \times 10^{-3})^2 + (90 \times 10^{-3})^2} = \sqrt{2025 \times 10^{-6} + 8100 \times 10^{-6}} = \sqrt{10125 \times 10^{-6}} = 10125 \times 10^{-3} = 0,037125 \text{ N}$$

RKS1 memulai proses dengan mencermati soal secara verbal kemudian mengidentifikasi variabel yang diketahui diikuti dengan menyetarakan nilai-nilai besaran dan identifikasi variabel yang ditanyakan, selanjutnya merepresentasikan soal dalam bentuk gambar atau grafik memaknai secara fisis letak muatan-muatan Q_1 , Q_2 , dan Q_3 pada tiga sudut segitiga samasisi, variabel-variabel tersebut ditempatkan pada diagram dan dinyatakan secara verbal kemudian menyusun representasi eksternal dengan menuliskan persamaan berdasarkan hubungan antara variabel-variabel dalam diagram yang disusun. Selanjutnya responden menyelesaikan soal berdasarkan situasi fisis pada diagram.

Dari transkrip wawancara :

Interviewer : Bisa Anda jelaskan gambar yang Anda buat?

RKS1 : Ini gambar segitiga samasisi dengan muatan-muatan $Q_1 = 25 \mu\text{C}$,

$Q_2 = -20 \mu\text{C}$, dan $Q_3 = 40 \mu\text{C}$, jarak r sisinya = 10 cm , untuk mencari gaya di Q_1 dari gambar mungkin dihitung dulu gaya antara Q_1 dengan Q_2 dan Q_1 dengan Q_3 karena disini Q_1 ditengah-tengah.

Interviewer : Apakah gambar itu bisa membantu anda dalam menyelesaikan soal?

RKS1 : Eh,,,,,,membantu juga

Interviewer : Apakah arah atau posisi muatannya diperlukan?

RKS1 : ... sebenarnya bisa sih,,,,,kayaknya tidak

Interviewer : Bagaimana jika posisi muatannya dirubah, apakah ada pengaruh?

RKS1 : Sebenarnya bisa tidak ada pengaruh, karena segitiga samasisi, kayaknya tidak ada pengaruh.

Telaah terhadap lembar jawaban dan hasil rekaman berupa transkrip ini, RKS1 dapat menghasilkan model mental dalam bentuk representasi diagram atau bentuk representasi lain yang relevan. Pada konteks ini, Ia memiliki model mental yang kaku dan menyimpulkan bahwa bentuk model mental tidak dapat diubah ketika proposisi baru ditambahkan ke model tersebut, memonitor secara metakognitif proses penyusunan model mental tergambar dari proses mulai mengerjakan jawaban hingga hasil akhir.

Responden kategori MMMA dapat membangun model mentalnya pada konsep listrik statis sederhana yang biasa mereka kerjakan dengan atau tanpa bantuan gambar atau bentuk representasi lain yang relevan. Memiliki tingkat kemampuan berbeda dalam memanipulasi model mental (karakteristik 2a) dibandingkan dengan responden kelompok HMMA, memiliki model mental yang kaku (memiliki fungsi yang terbatas) dan menyimpulkan bahwa bentuk model mental tidak dapat diubah ketika proposisi baru ditambahkan ke model tersebut (karakteristik 2b). Tampak bahwa kadangkala Ia memerlukan bantuan/ informasi dari luar untuk membangun model mentalnya.

Aspek monitoring secara metakognitif proses penyusunan model mental (karakteristik 3) kurang bahkan tidak dilakukan oleh responden MMMA. Tidak adanya metakognisi responden dalam menganalisis pendekatan pemecahan masalah menjadi salah satu alasan kekakuan dalam pemodelan mental. Responden MMMA terkadang melakukan atau tidak melakukan *self-check* menggunakan pendekatan lain

untuk menguji atau memeriksa model mental untuk mengidentifikasi kesalahan dari model mental tersebut (karakteristik 4), sehingga kadangkala responden tidak yakin akan kebenaran model mental dan jawaban mereka.

3.4 Karakteristik *Low Mental-Modeling Ability* (LMMA)

Responden dalam kategori LMMA, menggambarkan responden yang tidak memiliki atau memiliki kemampuan yang terbatas untuk menghasilkan dan menggunakan model mental. Pada penelitian ini terdapat satu responden LMMA, berikut deskripsi kemampuan pemodelan mentalnya. Kutipan transkrip TA dari RKS3 untuk soal Nomor 1 sebagai berikut :

[Membaca soal] tiga buah muatan Q_1 samadengan $25\mu C$; Q_2 samadengan $-20\mu C$ dan Q_3 samadengan $40\mu C$ masing-masing ditempatkan pada titik-titik sudut segitiga sama sisi. Panjang sisi segitiga tersebut adalah 10 cm. Berapakah gaya yang bekerja pada Q_1 ?
{...} [Menuliskan] variabel yang diketahui Q_1 samadengan $25\mu C$; Q_2 samadengan $-20\mu C$ dan Q_3 samadengan $40\mu C$, dan panjang sisi samadengan 10 cm, ditanyakan gaya yang bekerja pada Q_1 .

[Menggambar] segitiga samasisi dengan muatan-muatan Q_1 samadengan $25\mu C$; Q_2 samadengan $-20\mu C$ dan Q_3 samadengan $40\mu C$ pada tiap sudut segitiga dengan sisi-sisi 10.

Penyelesaiannya : F sama dengan k kali q dibagi r samadengan F_{Q_1} samadengan $9 \cdot 10^9$ kali q_2 dibagi r tambah q_3 dibagi r sama dengan $9 \cdot 10^9$ dikali -20 dibagi 10 tambah 40 dibagi 10 samadengan $9 \cdot 10^9$ kali -20 tambah 40 dibagi 10 samadengan $9 \cdot 10^9$ kali 20 dibagi 10 samadengan 1,810 C.

Transkrip Wawancara RKS3 untuk soal Nomor 1:

Interviewer : Bisa anda jelaskan gambar yang anda buat?

RKR : Ini gambar segitiga samasisi dimana pada sudut-sudutnya terdapat muatan Q_1 , Q_2 , dan Q_3 dengan sisi 10 cm. Kan yang ditanya gaya yang bekerja pada Q_1 jadi yang saya cari pertama itu gaya pada Q_1 Q_2 , dan Q_1 Q_3 setelah itu saya hitung dengan jumlah gayanya.

Interviewer : Apakah gambar yang anda buat dapat membantu anda dalam menyelesaikan soal?

RKR : Iya,
Interviewer : Bagaimana hal-hal dalam gambar dapat membantu anda dalam menyelesaikan soal?

RKR : Karena bentuknya segitiga samasisi sudutnya sama yaitu sudut Q_1 , Q_2 dan Q_3 gaya yang bekerja pada Q_1 ditengah jadi yang saya jumlahkan gaya antara muatan di Q_2 dan Q_3 , begitu menurut saya bu.

Interviewer : apakah arah atau posisi muatannya menentukan?

RKR : Tidak terlalu diperlukan

Interviewer : Bagaimana jika posisi muatannya dirubah

RKR : Bisa saja hasilnya berubah juga

Responden kategori ini membangun model mentalnya dengan mengingat berdasarkan petunjuk, seringkali mahasiswa tidak dapat membentuk model mentalnya (karakteristik 1). Beberapa responden memiliki kesulitan memvisualisasikan pemecahan masalah berkaitan konsep listrik statis disebabkan kurang pahaman bahkan tidak memahami konsep dasar. Para mahasiswa LMMA tidak memonitor secara metakognitif proses penyusunan model mental. Pada penalaran atau kesimpulan akhir tidak melakukan *self-check* menggunakan pendekatan lain untuk menguji atau memeriksa model mental untuk mengidentifikasi kesalahan dari model mental tersebut.

Responden dalam kategori *high mental-modeling ability* (HMMA) memiliki ketiga dan keempat karakteristik yang didukung dengan kemampuan metakognitifnya. Siswa dalam kelompok *Low mental-modeling ability* (LMMA) menggambarkan siswa yang tidak memiliki atau memiliki kemampuan yang terbatas untuk menghasilkan dan menggunakan model mental. Siswa HMMA tidak hanya dapat membangun dan menggunakan model mental tetapi juga dapat mengevaluasi model mental dan memonitor proses pemodelan mental mereka.

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa terdapat tiga

kategori responden berkenaan dengan MMA dengan empat karakteristik utama dimiliki oleh HMMA. Kemampuan responden melakukan visualisasi untuk menghasilkan dan mengoperasikan model mental tidak teramati pada mahasiswa LMMA. Terdapat tiga jenis aspek pengetahuan mempengaruhi kemampuan siswa untuk memanipulasi model mental yaitu: pengetahuan, pemahaman, dan kemampuan menghubungkan konsep-konsep listrik statis berhubungan satu dengan yang lain. Kehilangan salah satu dari tiga jenis pengetahuan bisa menghambat kemampuan responden untuk memanipulasi model mental.

4.2 Saran

Berdasarkan temuan penelitian ini maka beberapa hal yang dapat disarankan adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk mempelajari konsep-konsep abstrak, pembelajaran harus dapat diarahkan pada peningkatan pengetahuan, pemahaman, dan kemampuan menghubungkan antar konsep dalam fisika sebagai syarat pengetahuan sehingga pebelajar dapat membangun dan menggunakan model mentalnya untuk memecahkan masalah fisika dengan tepat.
- 2) Kajian tentang kemampuan pemodelan mental pebelajar perlu dilakukan guru untuk menganalisis pemahaman dan kesalahan dalam proses pemodelan mental untuk keberhasilan pembelajaran.

Ucapan terima kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia atas pembiayaan penelitian ini di bawah skim Hibah Pascasarjana No. Kontrak: 172/UN28.2/PL/2013. Terima kasih juga kepada validator ahli yang telah memberikan penilaian terhadap tes yang digunakan.

V. DAFTAR PUSTAKA

Buffler, A. 2007. Effective use of models in physics teaching and learning. <http://ebookbrowse.com/buffer-models-colloquium-pdf-d21966513>.

Hestenes, D. 2006. Notes for a Modeling Theory of Science, Cognition and Instruction. Proceedings GIREP Conference 2006 Modeling in Physics and Physics Education. University of Ljubljana. Amsterdam.

Hung, J. F. and Lin, J. C. 2009. The Development of the Simulation Modeling System and Modeling Ability Evaluation. International Journal of u- and e- Service. Science and Technology (2. 4), National Kaohsiung Normal University. Taiwan.

Mansyur, J. 2010. Kajian Fenomenografi Aspek-Aspek Model Mental Subyek Lintas Level Akademik dalam Problem Solving Konsep Dasar Mekanika. Dissertasi (tidak dipublikasikan). UPI Bandung.

Senge, P. M. 2004. The fifth discipline: The art and practice of a learning. Human Resources Management. HEC Lausanne.

Wang, C. Y. 2007. The role of mental-modeling ability, content knowledge, and mental models in general chemistry students' understanding about molecular polarity. University of Missouri Columbia.

Notulensi Tanya Jawab :

Pertanyaan :

1. Tolong dijeskan tentang MMA?
2. Apa hubungan antara MMA dengan kemampuan siswa?

Jawaban :

1. MMA digunakan untuk pemodelan mental siswa. Mental menggambarkan sesuatu yang sudah dipelajari dengan persoalan yang ada. MMA berjuan untuk mengetahui mental seorang mahasiswa tentang bagaimana cara berpikir saintifik
2. MMA sangat berperan dalam problem solving jadi berperan dalam bidang kognitif siswa.